

BEST AVAILABLE COPY

Publication number: 2002-527939

Date of publication of application: 27.08.2002

Inventor : KHAN, Farooq
810 Solook Drive, Parlin, NJ 08859 (US)

Inventor : HOKHAN Orobson
Ringwegen 50 S-118 67 Stockholm (SE)

Applicant: TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (publ)
S-126 25 Stockholm (SE)(no address number)

Data Communication Method and System Using Applied Hybrid ARQ Technique

[Abstract]

A hybrid ARQ technique for error handling is provided. Redundancy can be changed in response to a first NACK message with respect to an initial try for decoding a data block. The number of transmitted (and/or required) redundancy units can be selected by estimated channel quality, estimated block quality, the amount of using memory, and the number of the remaining blocks.

【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信リンクを介してデータブロックを受信し、
受信したデータブロックと前記通信リンクの内の少なくとも1つについて品質レベルを決定する過程と、

前記決定された品質レベルに基づいて、前記データブロックに対応する一定量の追加情報を要求する過程を含む通信リンク上の情報通信方法。

【請求項2】 前記決定過程は、さらに、受信したデータブロックのビット誤り率を推定する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記決定過程は、さらに、前記品質レベルの決定に当たって、復号化の過程で得られたソフト情報を使用する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項4】 前記要求過程は、さらに、前記データブロックと前記追加情報の量を特定するメッセージを送信する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項5】 さらに、追加情報の量として、冗長情報ユニットの数を選択する過程を有する請求項1に記載の方法。

【請求項6】 前記選択された冗長情報ユニットの数は、前記決定された品質レベルに反比例する請求項5に記載の方法。

【請求項7】 前記品質レベルを決定する過程は、さらに、前記受信したデータブロックのみに基づいて品質レベルを決定する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項8】 前記品質を決定する過程は、さらに、前記通信リンクの品質のみに基づいて前記品質レベルを決定する請求項1に記載の方法。

【請求項9】 前記品質決定過程は、さらに、受信ブロックの品質情報と通信リンクの品質情報の組み合わせに基づいて前記品質レベルを決定する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項10】 さらに、前記要求された量の追加情報を送信する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項11】 さらに、前記要求された量とは異なる量の追加情報を送信する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項12】 追加情報の送信される量と追加情報の要求される量とは、記憶媒体の使用パラメータ、停滞ブロックの数及び利用可能な資源の内の少なくとも1つに基づいて相違が生じている請求項11に記載の方法。

【請求項13】 通信リンクを介してデータブロックを受信する手段と、前記受信したデータブロックと前記通信リンクの内の少なくとも1つの品質レベルを決定する手段と、

前記決定された品質レベルに基づいて決定した量の、前記データブロックに対する追加情報を要求する手段とを具備する通信リンクを介して情報通信を行う装置。

【請求項14】 前記決定手段は、さらに、受信したデータブロックのビット誤り率を推定する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項15】 前記決定手段は、さらに、前記品質レベルを決定するために、復号化過程で得られたソフト情報を使用する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項16】 前記要求手段は、さらに、前記データブロックと前記追加情報の量を特定するメッセージを送信する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項17】 さらに、前記追加情報の量として、冗長情報のユニットの数を選択する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項18】 前記選択された冗長情報のユニットの数は、決定された品質レベルに反比例して増大する請求項13に記載の装置。

【請求項19】 前記品質レベルを決定する手段が、さらに、受信したデータブロックのみに基づいて品質レベルを決定する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項20】 前記品質レベルを決定する手段は、さらに、前記通信リンクの品質のみに基づいて前記品質レベルを決定する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項21】 前記品質を決定する手段は、さらに、受信したブロックの品質情報と通信リンクの品質情報との組み合わせに基づいて品質レベルを決定す

る手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項22】 さらに、追加情報の要求量を送信する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項23】 さらに、要求された量とは異なる量の追加情報を送信する手段を具備する請求項13に記載の装置。

【請求項24】 前記追加情報の送信された量と追加情報の要求された量とは、記憶媒体の使用パラメータ、停滞ブロックの数及び利用可能な資源の内の少なくとも1つに基づいて相違が生じている請求項23に記載の装置。

【請求項25】 無線通信において情報ブロックを復号化する方法であって、
情報ブロックを受信し、
当該ブロックを復号化し、
復号化したブロックのエラー検出を行い、
ブロックがエラーを含む場合にはその品質レベルを決定し、
当該品質レベルに基づいて必要な冗長情報の量を選択し、
送信側に冗長情報の所望の量に関する要求を送信し、
該冗長情報の量に関する要求を受信し、
前記情報ブロックと前記冗長情報とを共に符号化する方法。

【請求項26】 前記エラー検出過程は、さらに、当該情報ブロックに対して周期的冗長性確認(CRC)を行うことを含む請求項25に記載の方法。

【請求項27】 前記品質レベルは受信したブロックの品質である請求項25に記載の方法。

【請求項28】 前記品質レベルは冗長情報が送信されるチャネルの品質レベルである請求項25に記載の方法。

【請求項29】 送信側と受信側で情報通信を行う方法であって、
受信側で、チャネル品質を推定し、
受信側が、チャネル品質に関する指標を送信し、
送信側が、情報ブロックと当該情報に対応して上記の指標に基づく一定量の冗長性を送信する方法。

【請求項 30】 第 1 の無線装置と第 2 の無線装置の間で情報を通信する方法であって、

第 1 の無線装置でデータブロックを受信し、

受信したブロックとチャネルのどちらか一方の品質を推定し、

第 1 の無線装置によって前記推定された品質を第 2 の無線装置で送信し、

前記第 2 の無線装置によって、前記冗長情報を前記第 1 の無線装置に送信する方法。

【請求項 31】 第 1 の無線装置と第 2 の無線装置との間で情報通信を行う方法であって、

第 1 の無線装置でデータブロックを受信し、

受信したブロックとチャネルのどちらか一方の品質である第 1 の品質を推定し

、

第 1 の無線装置によって、前記推定された第 1 の品質に基づく選択された冗長量を示す指標を送信し、

前記第 2 の無線装置によって、前記選択された冗長情報を前記第 1 の無線装置に送信し、

前記第 1 の無線装置で、受信したブロックと、受信した冗長性情報と、チャネル品質の内の少なくとも 1 つに関する第 2 の品質を推定し、

前記第 2 の無線装置に前記推定した第 2 の品質に関する指標を送信する方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の背景】**

本発明は広くは通信システムにおけるエラーの取り扱いに関し、より具体的には、デジタル通信システムにおける自動再送信要求(A R Q)と可変冗長性に関するものである。

【0002】

商用無線通信システムと、特に、セルラー無線電話システムの爆発的な普及によってシステム設計者は、ユーザの要求する通信品質を確保しつつシステムの容量を拡大する必要性を課されている。この要求に応える一つの方法は、搬送波にアナログ変調によってデータを載せる方式から、データキャリアにデジタル変調でデータを載せる方式への変更である。

【0003】

無線デジタル通信システムでは、標準化されたエアインターフェースによって大部分のシステムパラメータ、例えば、変調方式、バーストフォーマット、通信プロトコルが定められている。例えば、ヨーロッパ無線通信標準協会(E T S I)は、無線周波数(R F)物理チャネル又は271 k s p sのシンボルレートでガウシアン最小シフトキーイング(G M S K)変調方式で音声とデータ情報を通信するための制御として時間分割多元接続(T D M A)を使用する移動体通信のためのグローバルシステム(G S M)標準を規定している。米国では、無線通信産業会(T I A)が、多くのデジタル先進移動電話サービス(D - A M P S)を規定する I S - 54 と I S - 136、無線周波数上での通信用の差分クオドラチャー位相シフトキーイング(D Q P S K)変調を使用する T D M A システム等の中間的な標準を数多く発表している。

【0004】

T D M A システムは、使用できる周波数を1つ以上のR Fチャネルに分割する。R Fチャネルは更に、T D M A フレームのタイムスロットに対応する複数の物理チャネルに分割される。論理チャネルは、変調と符号化が特定された1つ又は複数の物理チャネルから構成される。これらのシステムでは、移動局は複数の分

散した基地局と上り線と下り線のRFチャネルを通じてデジタル情報のバーストを送受信して通信を行う。

【0005】

デジタル通信システムは、エラーを含む受信情報を取り扱うために種々の技術を使用している。一般的に、これらの技術は、フォワードエラー修正(FEC)技術のような受信機の受信情報に含まれるエラーの修正を可能にする技術と、自動再送信要求(ARQ)技術のようにエラーを含む情報の再送信を可能にする技術とが含まれる。FEC技術は、例えば、データの変調前に畳み込み又はブロック符号化を行う技術を含む。FEC符号化は、所定数のデータビットを所定数(より大きな)数の符号化ビットで表現し、これによって特定のエラーの訂正を可能にして冗長性をもたせることを含む。したがって、畳み込み符号化をその符号化レートで、例えば、 $1/2$ や $1/3$ のように表現するのが一般的である。ここでは、同じチャネルビットレートであれば、符号化レートが小さいことはエラーに対する保護が大きいことを示すが、同時にユーザのためのビットレートは少なくなる。

【0006】

ARQ技術は、受信したデータブロックがエラーを有するか否かを分析して、エラーを含むブロックの再送信を要求することを含む。一例として、GSM用のパケットデータサービスとして提案されている一般化されたパケット無線サービス(GPRS)に最適化された無線通信システムにおける、図1に示したブロックマッピングについて考察する。ここでは、フレームヘッダー(FH)を含む論理リンク制御フレーム(LLC)、ペイロード情報とフレームチェックシーケンス(FCS)が、それぞれがブロックヘッダ(BH)、情報フィールドと、受信機が情報フィールドのエラーチェックに使用することができるブロックチェックシーケンス(BCS)とを含む複数の無線リンク制御(RLC)ブロックにマッピングされている。RLCブロックは更に、送信のために搬送波の上にGMSK変調された無線信号のような物理レイヤバーストにマッピングされている。この例では、各RLCブロックに含まれる情報は送信のために4つのバースト(タイムスロット)にインターリーブされている。

【0007】

移動無線電話の受信機のような受信機で処理を行うときは、各RLCブロックは、変調後に、ブロックチェックシーケンスと周知の周期的冗長性チェック技術によってエラーが存在するか否かを評価される。エラーがあれば、通信システムの基地局のような送信側にあらかじめ設定されたARQプロトコルを使用して再送信すべきブロックを特定して再送信要求が送り返される。

【0008】

FECとARQ技術を組み合わせることによって、これら2つのエラー制御手法の長所と短所をバランスさせることができる。ハイブリッドARQと称するこの種の組み合わせ技術によれば、受信機でFEC符号化によってある種のエラーを訂正し、その他のエラーに関しては再送信を要求する。FEC符号化手法とARQプロトコルの適切な組み合わせは、単にFEC符号化手法を使用したシステムに比較して信頼性が高く、純粋なARQ型のエラー処理手法を使用しただけのシステムに比較するとスループットが高い。

【0009】

ハイブリッドARQ手法の一例はGPRSである。GPRSによる最適化は4つのFEC符号化手法（レートの異なる通常の符号化3種と、コード化を含まないもの1種）を提供する。LLCフレームのために4つの符号化手法の内の1つを選択した後、このフレームをRLCブロックに分割する。受信機の側でRLCブロックがエラーを含むことが発見され（例えば、修正できないエラーを有することが発見され）、再送信が必要であれば、もともと選択されたFEC符号化手法を再送信に使用する、つまり、このシステムは再送信のために固定された冗長性を採用する。再送信されたブロックは、送信されたデータを正しく復号化するための、通常ソフト組み合わせと称する方法で既に送信されていたデータと組み合わせられる。

【0010】

別のハイブリッドARQ手法は、増分冗長性又はタイプIハイブリッドARQとも呼ばれ、オリジナルの送信されたブロックが復号化できないときには追加の冗長ビットを送信する。この手法の概念を図2に示す。ここでは、受信機の側で

復号化の試みが3回行われる。最初に、受信機は、受信したままのデータブロック（冗長性の有無にかかわらず）の復号化を試みる。これに失敗すると、受信機は追加の冗長性ビットR1を受信して、これをもともと受信したデータブロックと共に使用して復号化を試みる。第3のステップにおいて、受信機は別の冗長性情報R2を受信し、これを当初に受信したデータブロックと冗長性ビットR1と共に使用して3度目の復号化を試みる。復号化に成功するまでこの方法を繰り返し実行する。

【0011】

図2に示した方法の1つの問題は、次に送信される冗長性ブロック（例えばR1とR2）を独立に復号化することができないので、復号化に成功するまでデータブロックを格納しておかなければならない大きな記憶領域が必要なこと（場合によっては冗長性ビットのために更に記憶領域が必要）である。記憶容量の要求は、受信機が受信したビットのそれぞれに対応するソフト値、ソフト値とは受信したビットの復号化に関する信頼性レベルを示す値、を記憶するので更に増大する。この問題は、Samir Kallelによる「相補的パンクチャーを有する畳み込み（CPC）符号とその適用(Complementary Punctured Convolutional (CPC) Codes and their Applications)」IEEE通信論文集、第43巻、第6号、2005-2009ページ、1995年6月に開示された技術によって部分的には解決することができる。当該文献には、再送信されたブロック自体が独立に復号化可能なので、記憶容量が足りない場合には、前に送信されていたブロックを廃棄することができる技術が開示されている。

【0012】

図2に示した技術の第2の問題は、パケット送信遅延が大きいことである。この大きな遅延は、平均的には復号化を完成させるために複数回の冗長制裁送信が必要になることに起因している。提案された手法の第3の問題は、ARQウィンドウの停滞のためにバンド幅が十分効率的に使用されないことである。特定の時刻に大きな数のブロックが停滞する（受信確認されないブロックが存在する）ためにARQウィンドウが停滞する。

【0013】

したがって、復号化ごとのオーバーヘッド情報を削減し、記憶装置を有効に利用し、冗長データを最小にして処理の効率を向上させるARQ手法の改良技術が必要とされている。

【0014】

【発明の要旨】

従来の情報通信方法とシステムが有する上述の問題は、受信機が受信したブロックの処理を行う本発明によって解決される。復号化に失敗した場合、受信情報の品質推定が行われる。品質推定は、受信したエラーを含むブロックだけに基づいて行うこともできるし、チャネル品質に対応付けられた過去のデータのみに基づいて行うこともできるし、これらを組み合わせて行うこともできる。例えば、品質推定は、受信機から取り出したソフト値に基づいて定めることも可能である。次に品質推定に基づき、情報ブロックを正しく復号化するために必要な冗長性の程度を決定する。受信機は送信機に対して受信未確認（NACK）メッセージを送信して、必要な冗長性と共に再送信すべきブロックを特定し、これに基づいて所望の冗長性が送信される。

【0015】

再度の試みにもかかわらず復号化に成功しなければ、元の送信ブロックと次に送信された冗長ビットの両方から第2の品質推定を行う。この2番目の品質推定は、次に要求される情報の冗長性の程度を決定するために使用され、この手順を繰り返す。

【0016】

本発明に基づく測定に基づくハイブリッドARQ手法は冗長データ送信の回数を最小化し、そのことによってパケット送信の遅延と必要な記憶容量を削減する。これは測定に基づく手法によって正しい復号化が行われるまでに必要なACK/NACKのループ数が少なくなることに基づくものである。本発明の実施例に拠れば、受信した前のデータブロック／冗長ブロックおよび／またはチャネル品質に基づく冗長性の程度の推定を行う。本発明の別の実施例は、送信される冗長性の程度が、所定の通信における使用可能な記憶領域の大きさ、データ遅延要求及び／または停滞している（受信確認がされていない）ブロックの数に依存する

。例えば、記憶容量に制限があるか遅延に関する要求が厳しければ、次のステップで復号化に成功する確率を高めるように冗長データを多くすることができる。

【0017】

以下の説明と添付の図面を読むことによって、本発明の上記以外の目的、特徴及び利点が明らかになるはずである。

【0018】

[発明の詳細な説明]

以下ではTDMA無線通信システムを前提に本発明の実施例について説明する。しかし、当業者には、このアクセス手法は説明のために用いたのみであり、本発明は周波数分割多元接続(FDMA)、TDMA、符号分割多元接続(CDMA)及びこれらの組み合わせを含む全てのアクセス方式に適用可能であることが理解されるはずである。

【0019】

更に、GSM通信システムに基づく操作はヨーロッパ無線通信標準協会(ETSI)の文献ETS300573、ETS300574とETS300578に記載されているので、これらの文献をここで参照して取り込むものとする。したがって、ここで提案するパケットデータ用のGPRS(以下においては単に「GPRS」と称す)とGSMシステムの動作は、本発明の理解に必要な限度においてのみ記載することにする。本発明を改良GPRSシステムに関する実施例に基づいて記載するが、本発明は、ワイドバンドCDMAや無線ATMのような多くの上記以外のデジタル無線通信システムに使用できることは当業者にとっては自明である。

【0020】

図3(a)には、本発明をGSMに適用した実施例に基づく通信システム10を示す。システム10は、管理呼びのために複数のレベル使用する階層化構造を有するネットワークとして設計されている。上り線と下り線の周波数を使用して、システム10に收容された移動局12はこれらの周波数で割り当てられたタイムスロットを使用して呼びに参加する。より上位の階層には、複数の移動スイッチセンタ(MSCs)14が呼びの発信元から接続先までのルーティングを行う

。特に、これらの設備は、呼びの確立、制御と終了に責任を有する。ゲートウェイMSCであるMSCsの内の1つは、公衆スイッチ電話ネットワーク（PSTN）18またはそれ以外の公衆及びプライベートネットワークとの間の通信を取り扱う。

【0021】

より下位の階層には、各MSC14が基地局制御装置（BSCs）16のそれぞれに接続されている。GSM標準においては、BSC16は、CCITTシグナリングシステム第7号の一部である移動局への適用に基づくAインターフェースとして知られる標準インターフェースでMSC14と通信する。

【0022】

更に下位の階層では、各BSCs16が既知無線局（BTSs）20を制御する。各BTS20は、例えば1つ以上の通信セル21のような特定の共通の地理的な領域をカバーするために、上り線及び下り線RFを使用する複数のTRXs（図示しない）を含む。BTSs20は基本的には、対応するセル内の移動局12との間のデータバーストの送受信のためのRFリンクを提供する。パケットデータを搬送するために使用されたときは、このチャネルはしばしばパケットデータチャネル（PDCHs）と呼ばれる、実施例の場合には、複数のBTSs20が無線基地局（RBS）22に取り込まれている。RBS22は、例えば、本発明の出願人であるテレフォンアクチーボラゲットLMエリクソン社の製品であるRBS-2000の構造を有することができる。例示した移動局12とRBS22の詳細については、Magnus Frodigh他の「異なるシンボルレートを有する変調手法を使用したリンクのためのリンク適用方法(A Link Adaptation Method For Links using Modulation Schemes That Have Different Symbol Rates)」と題する米国特許出願第08/921319号を参照されたい。当該記載を参照してここに取り込むことにする。

【0023】

セルラーシステムにパケットデータプロトコルを導入することの利点は、高データレート通信能力と、同時に、無線インターフェース上の無線周波数バンド幅を柔軟かつ有効に使用できることである。GPRSの概念は、一人のユーザが同

時に1つ以上の通信資源を専有することが認められる、いわゆる「マルチスロット操作」のために設計されたものである。

【0024】

GPRSネットワーク構造の全体概念を図3(b)に示す。GPRSは最適化されたGSMなので、ノード／設備の内の多くは前出の図3(a)に関連して既に述べたものと類似である。外部ネットワークからの情報パケットはGGSN(ゲートウェイGPRSサービスノード)100からGPRSネットワークに入ってくる。パケットや次にGGSNからバックボーンネットワーク120を経由して、送付先のGPRS移動局が存在する領域をサポートしているSGSN(サービングGPRSサポートノード)140に回送される。SGSN140から、パケットは、専用GPRS通信によって正しいBSS(基地局システム)160に伝えられる。BSSは複数の既知無線局(BTS)を收容し、そのうちの1つであるBTS180と基地局制御装置(BSC)200だけが図示されている。BTSsとBSCsの間のインターフェースは、A-ビスインターフェースと称する。BSCはGSMに固有の名称であり、他のシステムでは、BSCと類似の機能を有するノードに対しては無線ネットワーク制御(RNC)という名称が使用される。パケットは次に、BTS180によってエアインターフェースを介して選択された情報送信レートで遠隔ユニット210に送信される。

【0025】

GPRSレジスタはGPRSに関する全ての加入者データを保持する。GPRS記憶装置はGSMシステムのHLR(ホームロケーションレジスタ)220であって、もそうでなくても良い。加入者データはローミング制限のようなサービスのやり取りを確保するためにSGSNとMSC/VLR240の間で交換されても良い。既述のように、BSC200とMSC/VLR240の間のネットワークインターフェースは、CCITTシグナリングシステム第7号の移動体アプリケーション部に準拠したA-インターフェースと称する標準インターフェースである。MSC/VLR240は更にPSTN260を経由して地上ラインシステムへのアクセスを提供する。

【0026】

受信側（RBS180又はMS210）が送信側（MS210又はRBS180）に対してRLCブロックに関連する冗長ビットを要求できるように、システム10には再送信技術が提供される。本発明の実施例に拠れば、受信側から要求されて（例えば、受信未確認（NACK）メッセージ）その要求に応じて送信される冗長情報の量は可変である。

【0027】

より具体的には、受信機は受信したエラーを含むRLCブロックに関してどの程度品質が劣悪であるかを、つまり品質を評価する。この推定は、例えば、ビット誤り率（BER）又は搬送波対干渉波比率（C/I）の測定である。受信機は次に当該エラーを伴って受信されたRLCブロックの品質推定に基づいて送信側に要求する冗長性の程度を決定する。以下の記述では、冗長情報の変換は、どのような大きさをとることもできる冗長ユニットで表現する。例えば、多項式作成装置を使用して既知の方法で数ビットからなるブロック、バイト又は単一ビットを作成することができる。一般的には、品質推定が低いほど、要求される冗長ユニットの数が多くなる。冗長の程度は、エラーを含む受信ブロックそのものの品質推定に基づくだけでなく、これに加えて（あるいはこれに代えて）本発明の実施例に基づくエラー取り扱いのためのシステムと方法は、ブロックが送信されまた要求した冗長ユニットが送信されることになるチャネルの品質を考慮することができる。例えば、要求する冗長ユニットの数は、 $Q = \alpha * \text{チャネル品質} + (1 - \alpha) * \text{受信ブロック品質}$ 、ここで α は所望の重み付け値、のようなグローバル品質測定値に基づくことができる。

【0028】

本発明に基づく方法の一例を図4のフローチャートに示す。図において、ブロック400で受信機が、データか、前に要求した冗長ビットか、あるいはこれらの組み合わせであるRLCブロックを受信する。RLCブロックが前に受信したRLCブロックと関連する冗長ビットだけを含むものであると、処理は判断ブロック410から「NO」の矢印に従ってブロック420に進み、ここで冗長ビットは前に受信して格納されていた対応RLCブロックと組み合わせられて組み合わせに対して復号化が試みられる。冗長ビットとあらかじめ受信されていたデー

タをどのようにして組み合わせて復号化を行うかについては、Farooq Khanによる「パケットデータ無線通信システムにおけるブロックアドレッシングの方法とシステム(Method and System for Block Addressing in a Packet Data Radiocommunication System)」と題する1998年8月7日のアメリカ特許出願第09/131166号を参照されたい。当該明細書に開示をここに参照して取り込むものとする。また、受信したブロックが新しいRLCブロックであれば、処理は判断ブロック410から「YES」の表示に従ってブロック425へ行き、そこで新しいブロックの復号化を行う。次に処理はブロック430に行き、そこで周期的冗長性確認(CRC)が行われる。CRCに合格したら、つまり、データが正しく受信されていれば、処理はブロック440に進んで、ブロックに対して次の処理、例えば、音声符号化等が実施される。CRCに合格しなければ、処理はブロック450に行き、ここでエラーを含んで受信されたブロックの品質推定が、例えば、相対BERやC/Iパラメータを使用して行われる。品質推定(及び場合によっては以下に示すような別の要素)は、次に次の復号化において使用するために必要な冗長ビットの数を選択するために使用される。受信側は次に、このRLCブロック(場合によっては他のブロック)に対応してNACKメッセージを送信する。NACKメッセージは、受信機が送信機の送付を要求する冗長性の程度を示すものである。処理は次に次の受信ブロックの処理のために元に戻る。

【0029】

従来の符号化を使用する実施例において、送信されるべき冗長ユニットの数を要求することは、エラーを含んでいた特定のブロックに関して所望の符号化レートを指定することと基本的に等価であることを当業者は理解するであろう。例えば、図5に示した表に記載されているように、4つのデータ「ユニット」を含むRLCブロックにとって、1から8の間のいずれかの数の冗長ユニットの送信要求は、データの2度目の復号化の試みにおいて別の効果的な符号化レートを使用すること帰着する。したがって、例えば、それ以外の部分については高品質であるRLCブロックがエラーを含む形で受信されたとき、受信側は送信側から1つだけの冗長ユニットを要求することになる。他方、極めて品質の悪い受信RLC

ブロックについては、特定のRLCブロックに関して受信側は8つの冗長ユニットを要求することになる。RLCブロックの品質と要求される冗長ユニットの数の間の関係は、システム毎に異なり、例えば、以下に記載するようにブロック毎に必要な復号化の回数を最小にするように最適化することが可能である。

【0030】

受信側が受信したRLCブロックの品質を評価して所望の冗長の大きさを選択すると、この情報を送信側に報告する。図5に示した例に従えば、送信することができるそれぞれ異なる数の冗長ユニットはそれぞれに異なる符号又はビットの組み合わせに関連付けることができる。次に、受信側は受信確認／受信未確認（ACK／NACK）メッセージを、その前に受信したRLCブロックそれぞれに対して、該当すれば所望の冗長性の大きさを特定して送信する。図6に例を示す。

【0031】

ここで、情報〔5（3）、6（0）、7（5）、0（8）、1（0）、2（0）、3（1）、4（0）〕を含むACK／NACKメッセージを図示する。ここで、「5（3）」は、シーケンス番号5のRLCブロックに関して、受信側が3つの冗長ユニットを要求していることを示す。シーケンス番号6のRLCブロックに関して、受信側は、RLCブロックが正しく受信されたので冗長情報を送信する必要が無いことを意味するコード000を送信する。

【0032】

既に述べたように、受信ブロックの品質に対して要求する冗長性の量を適切に調節することによって、エラーを含むブロックに対して常に同じ大きさの冗長情報が送信される従来の既述と比較して、復号化のための手順が少なくなることが予想される。この点は図7（a）、7（b）および8を参照すれば一層明らかになる。

【0033】

ここで、従来の増分的冗長手法（図7（a））と測定に基づく可変冗長性手法によるブロック送信時間を比較する。この純粋に説明のための例では、ブロック長は20ms、送信側がRLCブロックを送信してから送信側がそれに対するA

CK/NACKメッセージを受信するまでの総往復時間(RTT)は200ms、エラーを含む受信RLCブロックを正しく復号化するには冗長情報(例えば符号化レート4/7)が3ユニット必要であるとする。図7(a)によれば、このRLCブロックがCRCを合格するまでには4回の送信が必要であり、不合格のたびに送信側は追加の冗長ユニットを送信する。本発明を使用した場合には、受信側はこのRLCブロックの推定された品質に基づいて冗長ユニットを3つ要求することができ、結果として2回の送信が必要になるだけで、ブロック送信遅延を680msから240msに短縮することができる。2つの手法に基づく遅延の相違は、例えば、変化する無線チャネルの状態等によって変化することは当業者にとっては自明である。更に、図8に示すように、従来の方法で使用される冗長送信ステップの数が増加するほど両手法の間の遅延の差は大きくなる。上述の例で設定した数値は単に説明のためのものであって本発明の利点を明瞭にするためのものであることを理解する必要がある。

【0034】

遅延の短縮に加えて、本発明の実施例はARQウィンドウが停滞する可能性を低減して記憶容量に関する要求を小さくする。これは、本発明による技術が、高速なブロック復号化と転送を確実にすることによって停滞するブロックの数を最小限に抑えるからである。ARQウィンドウの停止条件を避けることによって、停止状態では新しいRLCブロックが送信できないので、バンド幅をより有効に使用することができる。

【0035】

上述のように、当初に送信されたデータのブロックは、例えば、何等かのレベルのFEC符号化によって、冗長情報を含むことができる。この当初のレベルのFEC符号化は、チャネル品質に関して送信側が受け取る情報に基づいて送信側が決定しても良い。例えば、移動局がチャネル品質に関する推定を行って基地局にこの推定値を送信することができる。基地局は受信したチャネル推定値を使用して、移動局に送信するペイロード情報と共に適切な冗長性の程度を選択することができる。基地局は、与えられたチャネル品質推定に基づいて移動局がデータブロックを1回の試みで復号化できるように冗長性の程度を選択するのが望まし

い。しかし、基地局は、既に述べたようなシステムの状態に基づいて上述の冗長性よりもより大きな冗長性やより小さな冗長性を選択することができることは当業者にとっては自明である。

【0036】

本発明について2, 3の実施例に基づいて記述したが、本発明の技術思想の範囲内で多くの変更が可能であることは当業者には自明である。例えば、送信すべき冗長ユニットの数に関する情報は、図6に示した例のように明示的に示すのではなく、各ブロックの測定品質を送信することによって、送信側に暗示的に伝達することもできる。送信側は再送信すべき冗長ユニットの数を適切に決定することができる。冗長ユニットの数を決定する際は、受信した品質測定値に加えて、利用可能な資源等の他の要素を考慮することもできる。したがって、本発明は、全ての均等物を包含するものである、添付の特許請求の範囲に従って定義される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 GSMに基づいて作動する従来システムの情報マッピングを示す図である。

【図2】 従来の変冗長性技術を示す図である。

【図3】 図3(a)は、本発明を使用したGSM通信システムのブロック図、図3(b)は図3(a)に示したGSMシステムのGPRS最適化の例を示すブロック図である。

【図4】 本発明の実施例に基づく測定に基づくARQ手法を示すフローチャートである。

【図5】 送信すべき冗長性ユニットの数、符号化レートと対応する符号との関係の一例を示す表である。

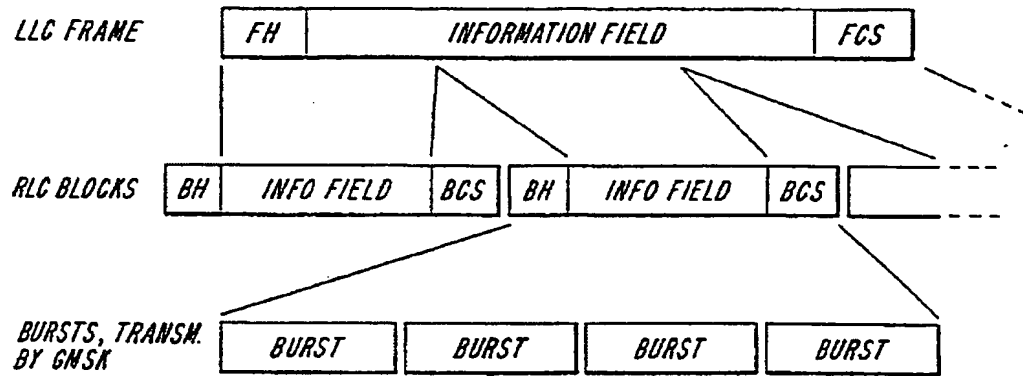
【図6】 本発明の実施例に基づくACK/NACKのフォーマットを示す図である。

【図7】 図7(a)は従来の変冗長性手法に基づくブロック送信時間、図7(b)は本発明に基づく手法を使用して図7(a)に示したのと同じデータに対するブロック送信時間を表したものである。

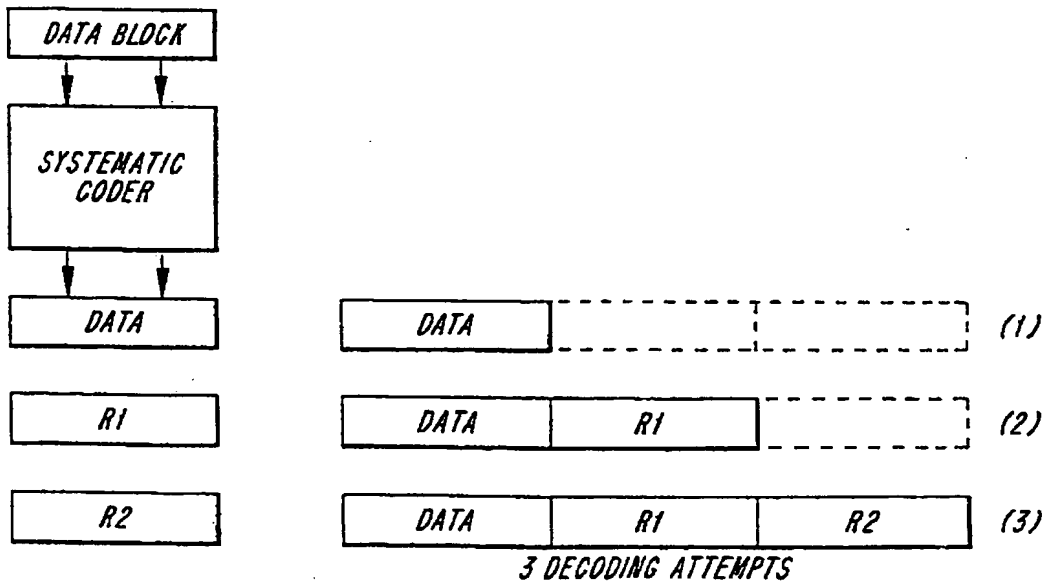
【図 8】 本発明を使用した場合の遅延時間の累積的改善を示すものである。

。

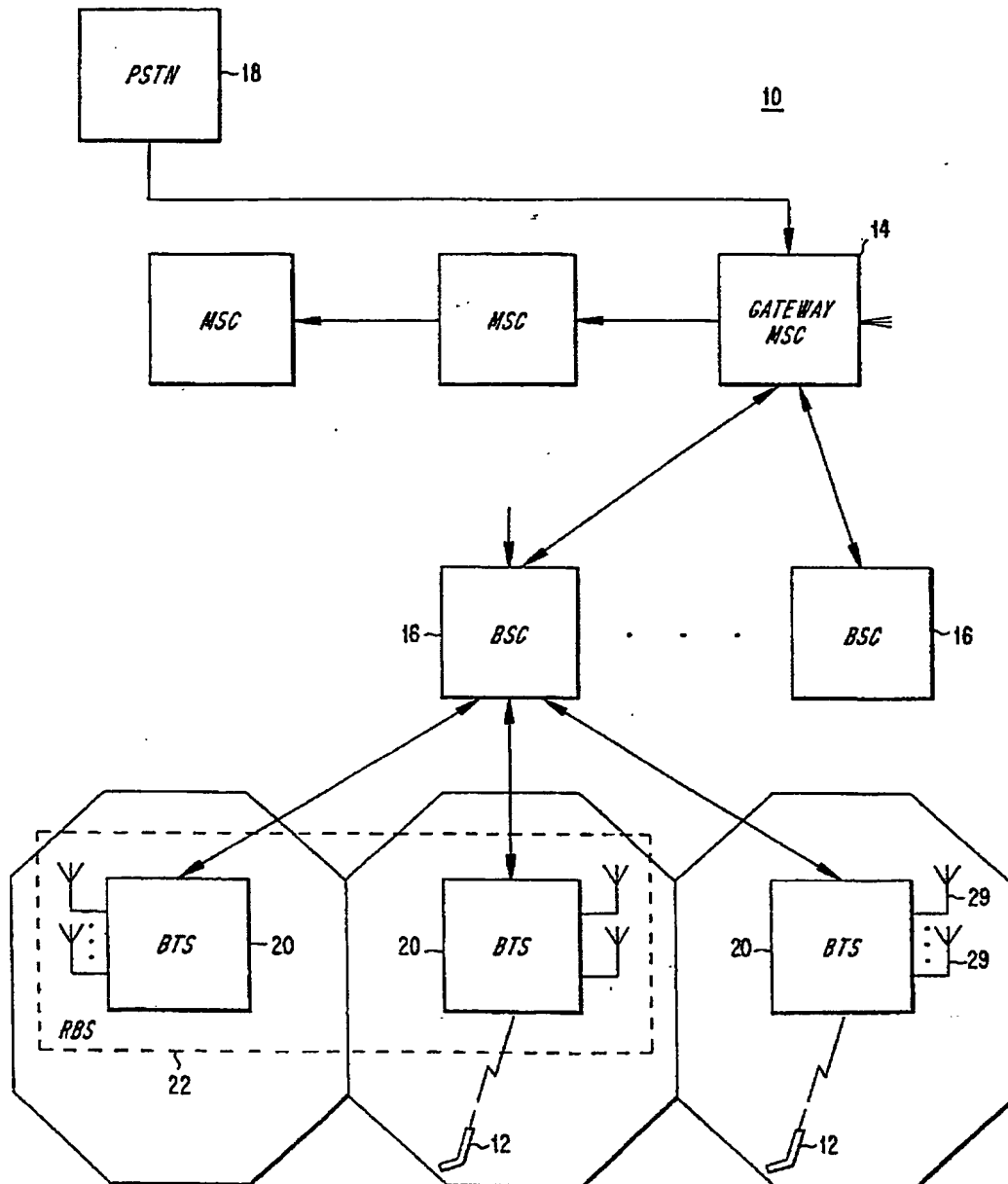
【図 1】



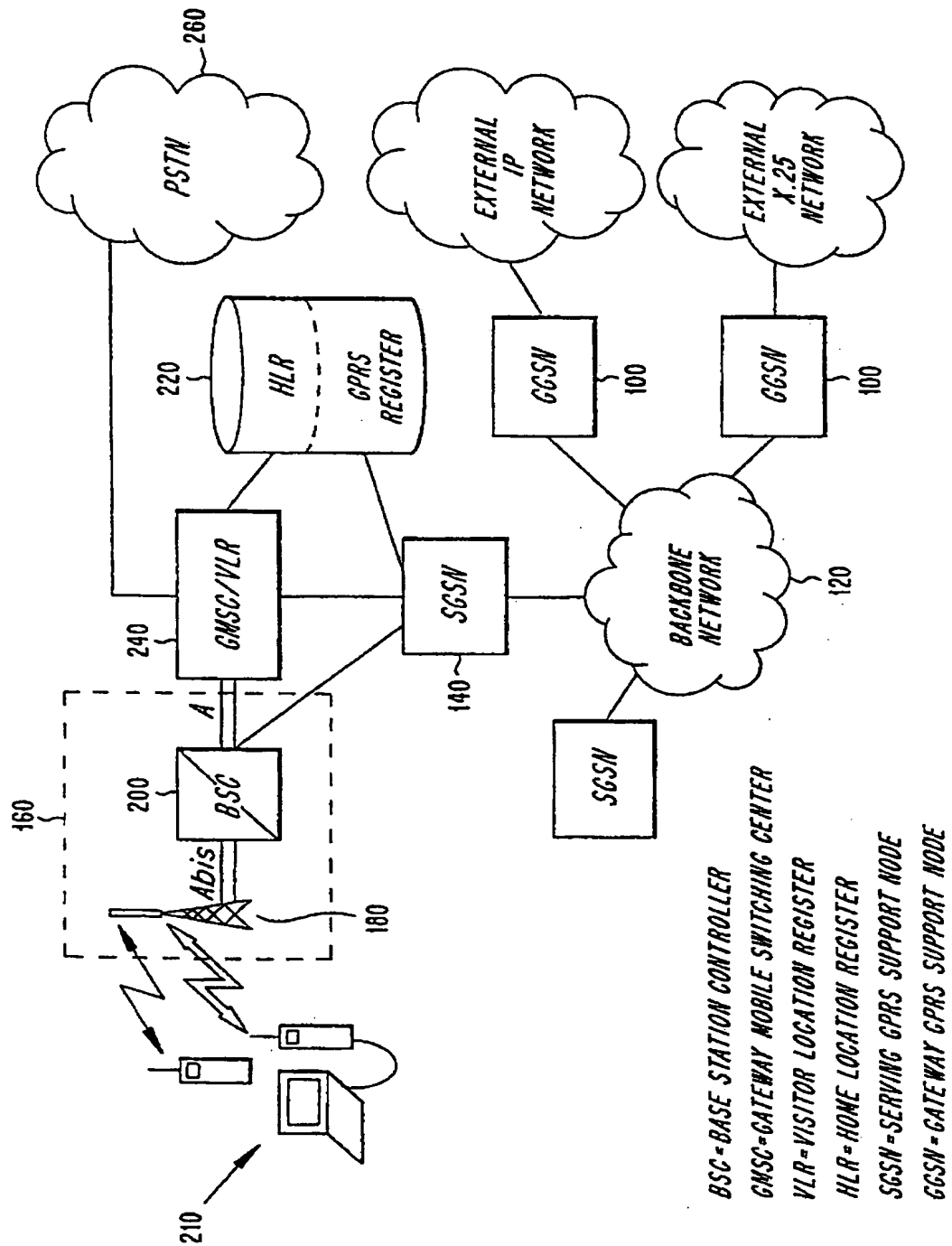
【図 2】



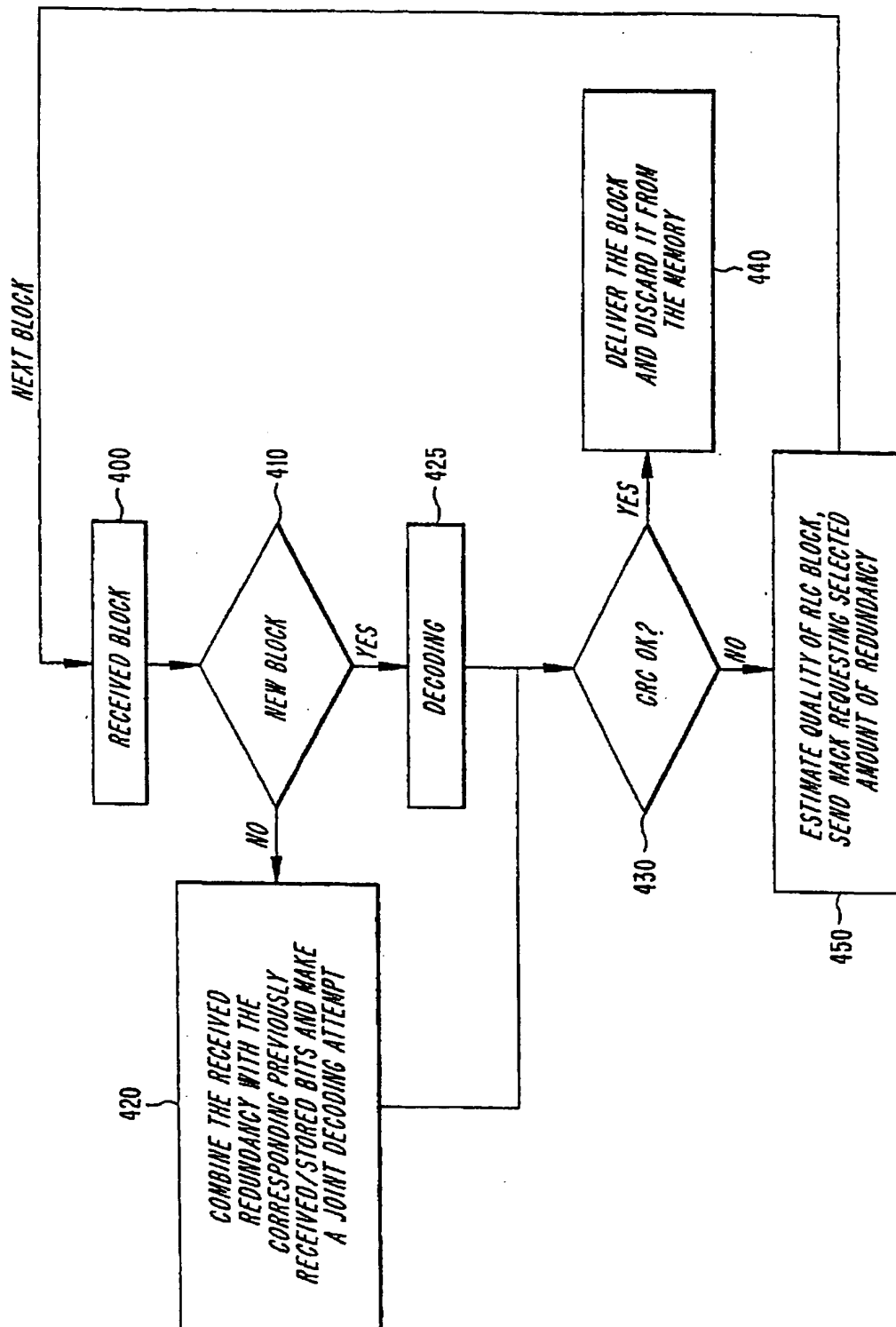
【図3a】



【図3b】



【図 4】



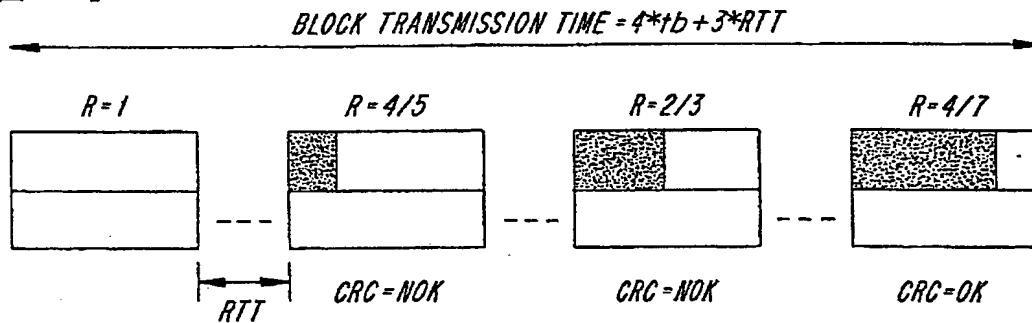
【図 5】

NUMBER OF REDUNDANCY UNITS	CODING RATE	BIT COMBINATION
0	1	000
1	4/5	001
2	2/3	010
3	4/7	011
4	1/2	100
5	4/9	101
6	2/5	110
7	4/11	-
8	1/3	111

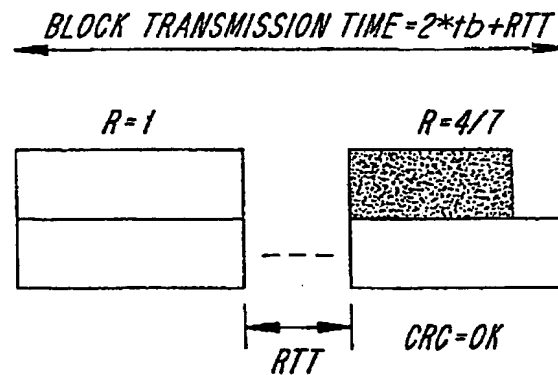
【図 6】

SSN=5	011	000	101	111	000	000	001	000
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

【図 7 a】



【図 7 b】



【図 8】

<i>NUMBER OF REDUNDANCY UNITS</i>	<i>CODING RATE</i>	<i>DELAY (HYBRID II/III ARQ)</i>	<i>DELAY (NB HYBRID ARQ)</i>
0	1	20 ms	20 ms
1	4/5	240 ms	240 ms
2	2/3	460 ms	240 ms
3	4/7	680 ms	240 ms
4	1/2	900 ms	240 ms
5	4/9	1120 ms	260 ms
6	2/5	1340 ms	260 ms
7	4/11	1560 ms	260 ms
8	1/3	1780 ms	260 ms

【手続補正書】

【提出日】 平成13年4月10日 (2001. 4. 10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 特許請求の範囲

【補正方法】 変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 通信リンクを介してデータブロックを受信し、
前記通信リンクの品質レベルを決定する過程と、
前記決定された品質レベルに基づいて、前記データブロックに対応する一定量の追加情報を要求する過程を含む通信リンク上の情報通信方法。

【請求項2】 前記要求過程は、さらに、前記データブロックと前記追加情報の量を特定するメッセージを送信する過程を含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】 さらに、追加情報の量として、冗長情報ユニットの数を選択する過程を有する請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】 前記選択された冗長情報ユニットの数は、前記決定された品質レベルに反比例する請求項3に記載の方法。

【請求項5】 前記品質レベルを決定する過程は、さらに、前記受信したデータブロックの品質情報と通信リンクの品質情報との組み合わせに基づいて品質レベルを決定する過程を含む請求項1ないし4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】 さらに、前記要求された量の追加情報を送信する過程を含む請求項1ないし5のいずれかに記載の方法。

【請求項7】 さらに、前記要求された量とは異なる量の追加情報を送信する過程を含む請求項1ないし6のいずれかに記載の方法。

【請求項8】 追加情報の送信される量と追加情報の要求される量とは、記憶媒体の使用パラメータ、停滞ブロックの数及び利用可能な資源の内の少なくとも1つに基づいて相違が生じている請求項7に記載の方法。

【請求項9】 通信リンクを介してデータブロックを受信する手段と、

前記通信リンクの品質レベルを決定する手段と、
前記決定された品質レベルに基づいて決定した量の、前記データブロックに対する追加情報を要求する手段とを具備する通信リンクを介して情報通信を行う装置。

【請求項10】 前記要求手段は、さらに、前記データブロックと前記追加情報の量を特定するメッセージを送信する手段を具備する請求項9に記載の装置。

【請求項11】 さらに、前記追加情報の量として、冗長情報のユニットの数を選択する手段を具備する請求項9または10に記載の装置。

【請求項12】 前記選択された冗長情報のユニットの数は、決定された品質レベルに反比例して変化する請求項9ないし11のいずれかに記載の装置。

【請求項13】 前記品質レベルを決定する手段が、さらに、受信したデータブロックの品質情報と通信リンクの品質情報との組み合わせに基づいて品質レベルを決定する手段を具備する請求項9ないし12のいずれかに記載の装置。

【請求項14】 さらに、前記要求された追加情報を送信する手段を具備する請求項9ないし13のいずれかに記載の装置。

【請求項15】 さらに、要求された量とは異なる量の追加情報を送信する手段を具備する請求項9ないし14のいずれかに記載の装置。

【請求項16】 前記要求された追加情報の量と送信された追加情報の量は、記憶媒体の使用パラメータ、停滞ブロックの数及び利用可能な資源の内の少なくとも1つに基づいて相違が生じている請求項9ないし15のいずれかに記載の装置。

【請求項17】 無線通信において情報ブロックを復号化する方法であって、

情報ブロックを受信し、
当該ブロックを復号化し、
復号化したブロックのエラー検出を行い、
ブロックがエラーを含む場合には、冗長情報が送られることになるチャネルの品質レベルを決定し、

当該品質レベルに基づいて必要な冗長情報の量を選択し、
送信側に必要な冗長情報の量に関する要求を送信し、
該要求した冗長情報を受信し、
前記情報ブロックと前記冗長情報とを共に符号化する方法。

【請求項 18】 前記エラー検出過程は、さらに、当該情報ブロックに対して周期的冗長性確認（CRC）を行うことを含む請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】 前記品質レベルは受信したブロックの品質と冗長情報が送信されるチャネルの品質との組み合わせ品質である請求項 17 または 18 に記載の方法。

【請求項 20】 送信側と受信側で情報通信を行う方法であって、
受信側で情報ブロックを受信し、
受信側で、チャネル品質を推定し、
受信側が、チャネル品質に関する指標を送信し、
送信側が、当該の指標に基づいて、前記情報ブロックに対応する一定量の冗長性を送信する方法。

【請求項 21】 第 1 の無線装置と第 2 の無線装置の間で情報を通信する方法であって、

第 1 の無線装置がデータブロックを受信し、
チャネルの品質を推定し、
当該推定された品質を、第 1 の無線装置から第 2 の無線装置に送信し、
前記第 2 の無線装置が、前記情報ブロックに対応する一定量の冗長情報を少なくとも部分的に前記推定された品質に基づいて決定し、

第 2 の無線装置が、前記データブロックに対応する一定量の冗長情報を第 1 の無線装置に送信する方法。

【請求項 22】 第 1 の無線装置と第 2 の無線装置との間で情報通信を行う方法であって、

第 1 の無線装置がデータブロックを受信し、
チャネルの品質である第 1 の品質を推定し、
第 1 の無線装置から、当該データブロックに対応して、前記推定された第 1 の

品質に基づいて選択された冗長情報の量を示す指標を送信し、

前記第2の無線装置から、前記のデータブロックに対応して選択された量の冗長情報を前記第1の無線装置に送信し、

前記第1の無線装置で、受信したブロックと、受信した冗長情報と、チャネル品質の内の少なくとも1つに関する第2の品質を推定し、

前記第2の無線装置に前記推定した第2の品質に関する指標を送信する方法。

【請求項23】 前記品質レベル決定過程が、さらに、当該受信したデータブロックのビット誤り率を推定する過程を含むことを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項24】 前記品質レベル決定過程が、さらに、品質レベルの決定において復号化過程で取得したソフト情報を使用することを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項25】 前記品質レベル決定手段が、さらに、前記受信したデータブロックのビット誤り率を推定する手段を具備することを特徴とする請求項13に記載の装置。

【請求項26】 前記品質レベル決定手段が、さらに、品質レベル決定にあたって復号化過程で取得したソフト情報を使用する手段を具備することを特徴とする請求項13に記載の装置。

【請求項27】 前記品質レベルは、 α を重み付け値として、

$$Q = \alpha \times \text{チャネル品質} + (1 - \alpha) \times \text{受信ブロック品質}$$

の関係によって表されるグローバル品質測定値に基づくものであることを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項28】 品質レベル決定手段は、さらに、 α を重み付け値として、

$$Q = \alpha \times \text{チャネル品質} + (1 - \alpha) \times \text{受信ブロック品質}$$

の関係によって表されるグローバル品質測定値を推定する手段を具備することを特徴とする請求項13に記載の装置。

【請求項29】 前記受信したブロックと前記チャネルに対応する品質推定は、 α を重み付け値として、

$$Q = \alpha \times \text{チャネル品質} + (1 - \alpha) \times \text{受信ブロック品質}$$

の関係によって表されるグローバル品質の測定であることを特徴とする請求項 2
1 に記載の方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/SE 99/01809										
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04L1/18 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC										
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04L Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT										
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages <table border="1"> <tr> <td>X</td> <td> DECKER P: "AN ADAPTIVE TYPE-II HYBRID ARQ/FEC PROTOCOL SUITABLE FOR GSM" PROCEEDINGS OF THE 44TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, STOCKHOLM, vol. 1, no. 44, 8 - 10 June 1994, pages 330-333, XP000496689 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS * section IV * figure 6 </td> <td> 1, 13, 25, 30, 31 </td> </tr> <tr> <td>X</td> <td> EP 0 703 685 A (AT & T CORP) 27 March 1996 (1996-03-27) abstract column 3, line 2 - line 6 </td> <td> 29 </td> </tr> <tr> <td>A</td> <td> column 13, line 48 - line 54 --- -/--- </td> <td> 1, 13, 25, 30, 31 </td> </tr> </table>	X	DECKER P: "AN ADAPTIVE TYPE-II HYBRID ARQ/FEC PROTOCOL SUITABLE FOR GSM" PROCEEDINGS OF THE 44TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, STOCKHOLM, vol. 1, no. 44, 8 - 10 June 1994, pages 330-333, XP000496689 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS * section IV * figure 6	1, 13, 25, 30, 31	X	EP 0 703 685 A (AT & T CORP) 27 March 1996 (1996-03-27) abstract column 3, line 2 - line 6	29	A	column 13, line 48 - line 54 --- -/---	1, 13, 25, 30, 31
X	DECKER P: "AN ADAPTIVE TYPE-II HYBRID ARQ/FEC PROTOCOL SUITABLE FOR GSM" PROCEEDINGS OF THE 44TH IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE, STOCKHOLM, vol. 1, no. 44, 8 - 10 June 1994, pages 330-333, XP000496689 INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS * section IV * figure 6	1, 13, 25, 30, 31								
X	EP 0 703 685 A (AT & T CORP) 27 March 1996 (1996-03-27) abstract column 3, line 2 - line 6	29								
A	column 13, line 48 - line 54 --- -/---	1, 13, 25, 30, 31								
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.										
* Special categories of cited documents : <table border="0"> <tr> <td> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family </td> </tr> </table>		"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family							
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family									
Date of the actual completion of the international search 28 February 2000	Date of mailing of the international search report 03/03/2000									
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-3040, Tx. 31 65 f spo nl, Fax (+31-70) 340-3010	Authorized officer Ghigliotti, L									

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l. Application No.
PCT/SE 99/01809

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 797 327 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 24 September 1997 (1997-09-24)	29
A	column 7, line 57 -column 8, line 33	1,13,25, 30,31
A	<p>---</p> <p>SHU LIN ET AL: "AUTOMATIC-REPEAT-REQUEST ERROR-CONTROL SCHEMES" IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, vol. 22, no. 12, December 1984 (1984-12), pages 5-17, XP000763551 page 12, left-hand column, line 4 - line 27</p> <p>-----</p>	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No
PCT/SE 99/01809

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0703685 A	27-03-1996	US 5719883 A	17-02-1998
		CA 2155998 A	22-03-1996
		JP 8097805 A	12-04-1996
EP 0797327 A	24-09-1997	US 5828677 A	27-10-1998
		CA 2197131 A	21-09-1997
		JP 10022984 A	23-01-1998

 フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72) 発明者 フルスケー, アンデルス
スウェーデン国 エス-113 46 ストックホルム,
ヴァナディスヴェーゲン 8

(72) 発明者 ヘーク, ミカエル
スウェーデン国 エス-191 34 ソレンツナ,
バガルビヴェーゲン 15

Fターム(参考) 5K014 AA03 BA06 DA02 EA01 FA11
GA01 HA05
5K028 AA11 BB04 CC05 DD01 DD02
MM04 PP12
5K034 AA03 DD02 EE03 HH09 HH63
MM01
5K067 AA23 BB02 BB21 CC08 DD24
EE02 EE10 GG02 HH28

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.